

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 1 213 820 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
12.06.2002 Patentblatt 2002/24

(51) Int Cl.7: H02M 1/10, H02M 1/12,
H02M 3/337

(21) Anmeldenummer: 01000710.2

(22) Anmeldetag: 05.12.2001

(84) Benannte Vertragsstaaten:

AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE TR

Benannte Erfindungsstaaten:

AL LT LV MK RO SI

• Koninklijke Philips Electronics N.V.
5621 BA Eindhoven (NL)

(72) Erfinder: Loef, Christoph
c/o Philips Corp. Intel. Pro. GmbH
52066, Aachen (DE)

(30) Priorität: 09.12.2000 DE 10061385

(71) Anmelder:

• Philips Corporate Intellectual Property GmbH
52066 Aachen (DE)

(74) Vertreter: Volmer, Georg, Dipl.-Ing. et al
Philips Corporate
Intellectual Property GmbH
Weisshausstr. 2
52066 Aachen (DE)

(54) Spannungswandler für mehrere unabhängige Verbraucher

(57) Die Erfindung bezieht sich auf einen Spannungswandler für zwei unabhängige Verbraucher (L1, L2) mit für einen ersten (L1) und einen zweiten (L2) Verbraucher jeweils einer Brückenschaltung (S_1, S_2, S_a, S_b und S_3, S_4, S_a, S_b) zur Umsetzung einer an den Brückenschaltungen (S_1, S_2, S_a, S_b und S_3, S_4, S_a, S_b) gemeinsam anliegenden Gleichspannung (U_{45}) in eine

dem jeweiligen Verbraucher (L1, L2) zugeordnete Wechselspannung (U_{68}, U_{98}),

- wobei den Brückenschaltungen (S_1, S_2, S_a, S_b und S_3, S_4, S_a, S_b) zwei Schaltelemente (S_a, S_b) gemeinsam sind.

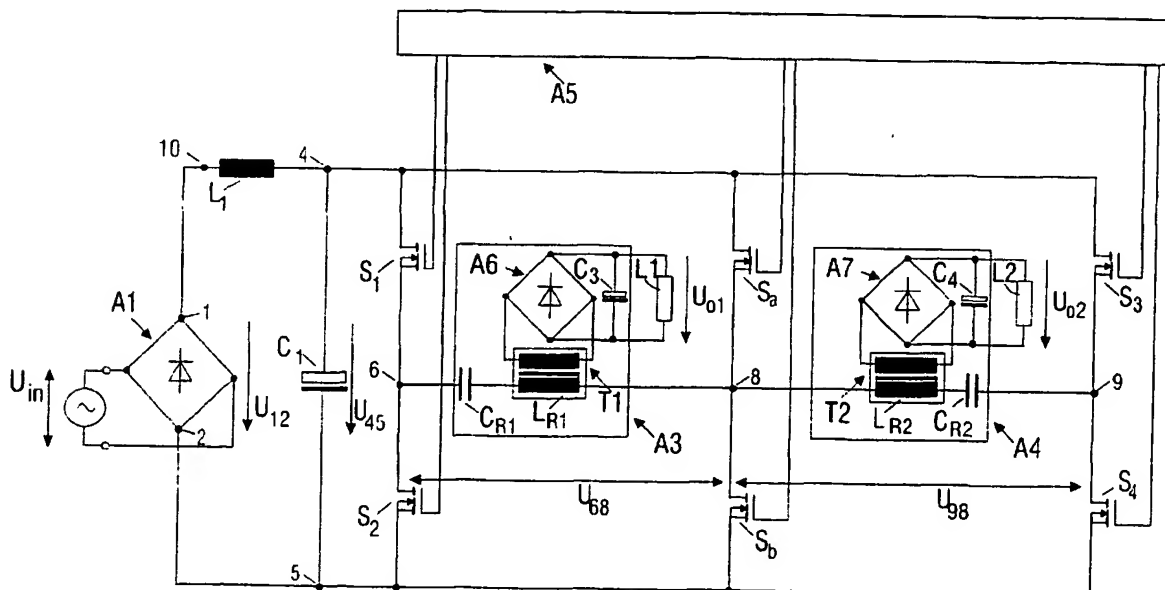


Fig. 1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf einen Spannungswandler für mehrere unabhängige Verbraucher. Solche Spannungswandler dienen zur Umsetzung einer an ihrem Eingang anliegenden Spannung in unabhängig voneinander regelbare Versorgungsspannungen für die angeschlossenen Verbraucher. Zur Umwandlung einer Wechselspannung in mehrere Gleichspannungen können sie z. B. als Schaltnetzteil in einem Fernsehgerät mit Flachbildschirm eingesetzt werden.

[0002] Ein Spannungswandler, der ein öffentliches Wechselspannungsnetz belastet, unterliegt besonderen Anforderungen hinsichtlich des Stromes, der dem Wechselspannungsnetz entnommen werden darf. So darf üblicherweise der vom Spannungswandler aufgenommene Strom nur einen begrenzten Oberwellenanteil aufweisen, d.h. der Spannungswandler muss im wesentlichen einen Wirkwiderstand repräsentieren. Der Scheinwiderstandsanteil der Eingangsimpedanz des Spannungswandlers darf damit bestimmte Werte nicht überschreiten. Derartige Anforderungen sind beispielsweise in der IEC 1000-3-2 näher spezifiziert.

[0003] Aus der DE 198 24 409 A1 ist ein Spannungswandler mit einem Resonanzkonverter bekannt, der einen rein aus passiven Bauelementen bestehenden Hochsetzsteller direkt mit dem Ausgang einer Halbbrücke verbindet. Die Veröffentlichung von W. Chen, F.C. Lee und T. Yamauchi "An improved 'Charge Pump' electronic ballast with low THD and low crest factor", IEEE APEC '96 Proceedings, pp. 622-627 enthält weitere Realisierungsmöglichkeiten einer solchen Anordnung. Andererseits beschreibt J. Wüsthube, Schaltnetzteile, 2. überarbeitete Auflage, S. 139 f. eine Brückengleichrichterschaltung mit Umschaltvorrichtung, mittels derer die Brückengleichrichterschaltung an die jeweils anliegende Netzwechselspannung (110-127 Volt z. B. in den USA oder 220-240 Volt z. B. in Europa) angepasst wird, so dass die erzeugte DC-Spannung unabhängig von der anliegenden Netzwechselspannung näherungsweise gleiche Werte hat.

[0004] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen möglichst kostengünstigen Spannungswandler zu schaffen, der mehrere, unabhängig voneinander regelbare Ausgangsspannungen liefern kann. Weiter soll der vom Spannungswandler aus einem Wechselspannungsnetz aufgenommene Strom nur einen begrenzten Oberwellenanteil aufweisen und im wesentlichen einen Wirkwiderstand repräsentieren.

[0005] Diese Aufgabe wird durch einen Spannungswandler gemäß Patentanspruch 1 gelöst. Einem Verbraucher, der eine unabhängig von den anderen Verbrauchern regelbare Versorgungsspannung benötigt, ist eine aus vier Schaltelementen bestehende Brückenschaltung zugeordnet. Dabei sind zwei Schaltelemente den Brückenschaltungen gemeinsam, wodurch Bauteile eingespart werden.

[0006] Im Anspruch 2 wird im Spannungswandler für

einen Verbraucher ein Resonanzkonverter mit einem resonanten serien-parallelen Schwingkreis eingesetzt. Dies erlaubt zusammen mit einer entsprechenden Steuerung der Schaltelemente der dem Verbraucher zugeordneten Brückenschaltung einen größeren Übersetzungsbereich für die Wandlung der Eingangsspannung in die diesem Verbraucher zugeordnete Ausgangsspannung. Solche resonanten serien-parallelen Schwingkreise sind z. B. aus der Veröffentlichung "V.B. Beaguli, A.K.S. Bhat: Operation of the LCC-Type Parallel Resonant Converter as a Low Harmonic Rectifier. IEEE APEC, 1996, pp. 131-137" bekannt.

[0007] Anspruch 3 sieht zwei Modi für den Betrieb der Brückenschaltungen des Spannungswandlers vor. Dies gestattet z. B. die Verwendung des Spannungswandlers an unterschiedlichen Netzwechselspannungen verschiedener Wechselspannungsnetze, indem sich dadurch die Verhältnisse der Ausgangsspannungen zur am Eingang des Spannungswandlers anliegenden Spannung einstellen lassen. Diese Einstellmöglichkeit verringert die Anforderungen an die Steuerschaltung und erlaubt es die gleichen Bauelemente für Spannungswandler zu verwenden, die für den Betrieb an unterschiedlichen Eingangsspannungen oder für unterschiedliche Ausgangsspannungen vorgesehen sind. Dies führt zu einer erheblichen Kostenersparnis des Spannungswandlers.

[0008] Die abhängigen Ansprüche 4 bis 7 beziehen sich auf Erfindungsvarianten, die sich vorteilhaft auf die durch den Spannungswandler verursachte Netzbelastung, auf die praktische Einsetzbarkeit des Spannungswandlers oder auf die Baukosten des Spannungswandlers auswirken.

[0009] Die Erfindung bezieht sich aber auch in Anspruch 8 auf einen integrierten Schaltkreis, der eine für den Betrieb der Brückenschaltungen nötige Steuerschaltung in einem Bauteil integriert. Weiterhin können auch noch die Schaltelemente der Brückenschaltungen integriert werden. Durch solche Integrationen lassen sich weitere Reduktionen der Baukosten erreichen.

[0010] Ein weiterer Aspekt der Erfindung besteht darin, dass ein erfindungsgemäßer Spannungswandler besonders für Monitore und für Fernsehgeräte, z. B. mit Flachbildschirmen, geeignet ist. Diese Geräte benötigen genau geregelte und geglättete Stromversorgungen.

[0011] Diese und weitere Aspekte und Vorteile der Erfindung werden im Folgenden an Hand der Ausführungsbeispiele und insbesondere an Hand der beigefügten Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine Ausführungsform des erfindungsgemäßen Spannungswandlers,

Fig. 2 Schaltzustands-, Spannungs- und Stromverläufe zur Erläuterung des Betriebs der Brückenschaltungen als Halbbrückenschaltungen,

Fig. 3 Schaltzustands-, Spannungs- und Stromverläufe zur Erläuterung des Betriebs der Brück-

Fig. 4 kenschaltungen als Vollbrückenschaltungen, eine erfindungsgemäße Variante des Spannungswandlers mit einer als Hochsetzsteller wirkenden Anordnung.

Fig. 5 einen Resonanzkonverter mit einem resonanten serien-parallelen Schwingkreis.

[0012] Fig. 1 zeigt eine Ausführungsform des erfindungsgemäßen Spannungswandlers. Dem Spannungswandler wird an seinem Eingang eine erste Wechselspannung U_{in} zugeführt, die mittels einer aus vier Dioden bestehenden ersten Gleichrichteranordnung A1 in eine gleichgerichtete Wechselspannung U_{12} mit positivem Pol an Punkt 1 und negativem Pol an Punkt 2 umgesetzt wird. Die erste Wechselspannung U_{in} ist beispielsweise eine sinusförmige 230V-Netzspannung mit einer Frequenz von 50 Hz.

[0013] Die gleichgerichtete Wechselspannung U_{12} wird einer Glättungsanordnung, hier bestehend aus der Reihenschaltung einer Induktivität L_1 mit einer ersten Glättungskondensatoranordnung C_1 , die hier als Elektrolytkondensator ausgeführt ist, zugeführt. Dabei wird Punkt 1 der ersten Gleichrichteranordnung A1 an einem Punkt 10 mit der Induktivität L_1 gekoppelt, die selbst in einem Punkt 4 mit der positiven Seite der Glättungskondensatoranordnung C_1 koppelt. Die negative Seite der Glättungskondensatoranordnung C_1 schließlich koppelt an einem Punkt 5 mit dem Punkt 2 der ersten Gleichrichteranordnung A1. Entsprechend bezeichnet U_{45} die an der ersten Glättungskondensatoranordnung C_1 zwischen den Punkten 4 und 5 anliegende, geglättete, gleichgerichtete Wechselspannung.

[0014] Die geglättete, gleichgerichtete Wechselspannung U_{45} wird zwei Brückenschaltungen zugeführt. Die beiden Brückenschaltungen bestehen jeweils aus vier Schaltelementen, den Schaltelementen S_1 , S_2 , S_a , S_b bzw. S_3 , S_4 , S_a , S_b , d. h. den beiden Brückenschaltungen sind die zwei Schaltelemente S_a , S_b gemeinsam. Die Schaltelemente sind hier als Feldeffekttransistoren ausgeführt. Statt dessen können jedoch auch andere Ausführungsformen der Schalter wie z. B. IGBTs (Isolated Gate Bipolar Transistors) verwendet werden. Jeweils die Schaltelemente S_1 und S_2 , S_3 und S_4 , S_a und S_b bilden parallel zueinander liegende Reihenschaltungen, an denen gemeinsam die Spannung U_{45} anliegt.

[0015] Zwischen einem Punkt 6 zwischen den Schaltelementen S_1 und S_2 und einem Punkt 8 zwischen den Schaltelementen S_a und S_b entsteht aus der gleichgerichteten und geglätteten Wechselspannung U_{45} durch geeignetes Ein- und Ausschalten der Schaltelemente S_1 , S_2 , S_a , S_b eine erste weitere Wechselspannung U_{68} . Genauso entsteht zwischen einem Punkt 9 zwischen den Schaltelementen S_3 und S_4 und dem Punkt 8 zwischen den Schaltelementen S_a und S_b aus der gleichgerichteten und geglätteten Wechselspannung U_{45} durch geeignetes Ein- und Ausschalten der Schaltelemente S_3 , S_4 , S_a , S_b eine zweite weitere Wechselspannung U_{98} . Diese weiteren Wechselspannungen U_{68} ,

U_{98} werden nachfolgend in die den beiden Verbrauchern L1 und L2 zur Verfügung stehenden Ausgangsgleichspannungen U_{o1} , U_{o2} umgesetzt. In diesem Sinne sind die beiden weiteren Wechselspannungen U_{68} , U_{98} ihrem jeweiligen Verbraucher L1, L2 zugeordnete Wechselspannungen.

[0016] Die dem Verbraucher L1 zugeordnete Wechselspannung U_{68} wird dem Eingang eines Resonanzkonverters A3 zugeführt, an dessen Ausgang, der zugleich der erste Ausgang des Spannungswandlers ist, eine erste Ausgangsgleichspannung U_{o1} entsteht, die zur Versorgung eines ersten Verbrauchers L1 dient. Genauso wird die dem Verbraucher L2 zugeordnete Wechselspannung U_{98} dem Eingang eines Resonanzkonverters A4 zugeführt, an dessen Ausgang, der zugleich der zweite Ausgang des Spannungswandlers ist, eine zweite Ausgangsgleichspannung U_{o2} entsteht, die zur Versorgung eines zweiten Verbrauchers L2 dient. Die hier als ohmsche Lasten dargestellten Verbraucher L1, L2 können i. a. auch induktiver, kapazitiver oder gemischter Natur sein.

[0017] Die Resonanzkonverter A3 und A4 sind strukturell gleich aufgebaut und dienen analogen Funktionen. Sie enthalten jeweils Resonanzkreiselemente: hier eine Resonanzkapazität C_{R1} bzw. C_{R2} und einen Transformator T1 bzw. T2, der u.a. als eine Resonanzinduktivität L_{R1} bzw. L_{R2} wirkt und für eine Potentialtrennung zwischen dem Ein- und Ausgang des Resonanzkonverters A3 bzw. A4 sorgt. Die Resonanzkapazität C_{R1} bzw. C_{R2} und die Primärwicklung des Transformators T1 bzw. T2 liegen in Reihe zwischen den Punkten 6 und 8 bzw. 9 und 8 und bilden somit die Eingangsseite des Resonanzkonverters A3 bzw. A4. Dabei liegt eine Seite der Resonanzkapazität C_{R1} bzw. C_{R2} an dem Punkt 6 bzw. 9. Die auf der Sekundärseite des Transformators T1 bzw. T2 jeweils entstehende Wechselspannung wird mittels einer zweiten bzw. einer dritten aus vier Dioden bestehenden Gleichrichteranordnung A6 bzw. A7 gleichgerichtet und anschließend mittels einer hier aus jeweils einem Glättungskondensator bestehenden zweiten bzw. dritten Glättungskondensatoranordnung C_3 bzw. C_4 geglättet. Die an der Kondensatoranordnung C_3 bzw. C_4 jeweils abfallende Spannung ist die am jeweiligen Ausgang des Spannungswandlers anliegende Ausgangsgleichspannung U_{o1} bzw. U_{o2} .

[0018] Die Schaltelemente S_1 , S_2 , S_a , S_b , S_3 , S_4 sind mit einer Steuerschaltung A5 gekoppelt, die die Schaltelemente durch Anlegen geeigneter Steuersignale an die Steuereingänge der Schaltelemente steuert, d.h. einschaltet (in den leitenden Zustand überführt) oder ausschaltet (in den nichtleitenden Zustand überführt). Die Steuerschaltung A5 wird vorzugsweise mittels eines integrierten Schaltkreises (IC) realisiert, der gegebenenfalls auch die sechs Schaltelemente S_1 , S_2 , S_a , S_b , S_3 , S_4 aufweisen kann. Dabei steuert die Steuerschaltung A5 die Schaltelemente S_1 , S_2 , S_a , S_b , S_3 , S_4 der Brückenschaltungen S_1 , S_2 , S_a , S_b und S_3 , S_4 , S_a , S_b in zwei unterschiedlichen Modi, die unterschiedliche

Werte der Verhältnisse U_{o1}/U_{g8} , U_{o2}/U_{g8} und damit auch unterschiedliche Werte der Verhältnisse U_{o1}/U_{in} , U_{o2}/U_{in} bewirken.

[0019] So kann durch einen Wechsel des Modus beispielsweise eine Anpassung an die am Eingang des Spannungswandlers anliegende Netzwechselspannung vorgenommen werden. Besonders vorteilhaft ist dabei die Veränderung der Verhältnisse U_{o1}/U_{in} , U_{o2}/U_{in} um etwa den Faktor 2, da sich z. B. auch die in Europa (ca. 220 bis 240 Volt) und in den USA (ca. 110 bis 127 Volt) benutzten Netzwechselspannungen etwa um einen Faktor 2 unterscheiden.

[0020] Eine solche Anpassung an die am Eingang des Spannungswandlers anliegende Netzwechselspannung kann beispielsweise durch die Steuerschaltung A5 automatisch vorgenommen werden. Dazu wird die Steuerschaltung A5 ausgelegt, dass der Spannungswandler für den Betrieb an zwei unterschiedlich hohen Netzwechselspannungen U_{in} vorbereitet ist. Damit die Steuerschaltung A5 feststellen kann, welche der beiden vorgesehenen Netzwechselspannungen U_{in} dann im augenblicklichen Betrieb am Spannungswandler anliegt, kann man beispielsweise die gleichgerichtete und geglättete Wechselspannung U_{45} oder auch direkt die Netzwechselspannung U_{in} der Steuerschaltung A5 zur Messung zuführen. Um die automatische Anpassung an die beiden vorbereiteten Netzwechselspannungen vorzunehmen, schaltet die Steuerschaltung A5 dann bei der niedrigeren der beiden vorbereiteten Netzwechselspannungen in den zweiten Modus, während sie bei der höheren der beiden vorbereiteten Netzwechselspannungen den ersten Modus benutzt.

[0021] Im ersten Modus steuert die Steuerschaltung A5 die Schaltelemente S_1 , S_2 , S_a , S_b , S_3 , S_4 in einer Weise, dass die Brückenschaltungen S_1 , S_2 , S_a , S_b und S_3 , S_4 , S_a , S_b als Halbbrückenschaltungen betrieben werden. Dazu ist eines der beiden Schaltelemente S_a oder S_b ständig aus- und das andere ständig eingeschaltet, also beispielsweise S_a ständig aus- und S_b ständig eingeschaltet. Die jeweils beiden übrigen Schaltelemente S_1 und S_2 bzw. S_3 und S_4 werden mit geeigneten Tastgraden ein- und ausgeschaltet, wobei sie zur Vermeidung eines Kurzschlusses nie gleichzeitig eingeschaltet werden. Durch diesen Halbbrückenbetrieb liegt als erste bzw. zweite weitere Wechselspannung U_{68} bzw. U_{98} am Eingang der Resonanzkonverter A3 bzw. A4 während der Leitendphase der Schalter S_1 bzw. S_3 die gleichgerichtete und geglättete Wechselspannung U_{45} an, während in der Leitendphase der Schalter S_2 bzw. S_4 die weiteren Wechselspannungen U_{68} bzw. U_{98} auf den Kurzschlusswert von idealerweise 0 Volt sinken.

[0022] Im zweiten Modus steuert die Steuerschaltung A5 die Schaltelemente S_1 , S_2 , S_a , S_b , S_3 , S_4 in einer Weise, dass die Brückenschaltungen S_1 , S_2 , S_a , S_b und S_3 , S_4 , S_a , S_b als Vollbrückenschaltungen betrieben werden. Dazu werden die Schaltelemente S_1 , S_2 , S_a , S_b , S_3 , S_4 paarweise mit geeigneten Tastgraden und unter Vermeidung eines Kurzschlusses ein- und ausge-

schaltet. D.h. die je zwei Schalter S_1 und S_b , S_2 und S_a , S_3 und S_b , S_4 und S_a bilden Paare in dem Sinne, dass die Einphasen von S_1 und S_3 innerhalb der Einphase von S_b und die Einphasen von S_2 und S_4 innerhalb der Einphase von S_a liegen, und zur Vermeidung eines Kurzschlusses die Schalter S_1 und S_2 , S_a und S_b bzw. S_3 und S_4 nie gleichzeitig eingeschaltet werden. Durch diesen Vollbrückenbetrieb liegt als erste bzw. zweite weitere Wechselspannung U_{68} bzw. U_{98} am Eingang der Resonanzkonverter A3 bzw. A4 während der Leitendphase der Schalter S_1 bzw. S_3 die gleichgerichtete und geglättete Wechselspannung U_{45} an, während in der Leitendphase der Schalter S_2 bzw. S_4 die negative gleichgerichtete und geglättete Wechselspannung U_{45} anliegt.

[0023] Während im Halbbrückenbetrieb des ersten Modus in der Leitendphase der Schalter S_2 bzw. S_4 am Eingang der Resonanzkonverter A3 bzw. A4 also die Kurzschlussspannung von idealerweise 0 Volt anliegt, liegt im Vollbrückenbetrieb des zweiten Modus die negative gleichgerichtete und geglättete Wechselspannung U_{45} an. Dies bewirkt, bei ansonsten gleichen Schaltungsbedingungen, eine Vergrößerung der Verhältnisse U_{o1}/U_{in} bzw. U_{o2}/U_{in} .

[0024] Alternativ kann für den zweiten Modus, wie in der DE 198 24 409 A1 und der dort zitierten Literaturstelle "Unitrode Power Supply Seminar, SEM-800, Bob Mammano und Jeff Putsch: Fixed-Frequency, Resonant-Switched Pulse Width Modulation with Phase-Shifted Control, Sep 91, Seiten 5-1 bis 5-7 (insbesondere Fig. 1)" angegeben, eine sogenannte "Phase-Shifted PWM Full-Bridge"-Ansteuerung der Schaltelemente der Brückenschaltungen S_1 , S_2 , S_a , S_b und S_3 , S_4 , S_a , S_b gewählt werden.

[0025] In beiden Modi kann die Steuerschaltung A5 auch eine Anpassung der Schaltfrequenzen und der Tastgrade der Schaltelemente S_1 , S_2 , S_a , S_b , S_3 , S_4 vornehmen. Weiter kann bei Verwendung der "Phase-Shifted PWM Full-Bridge"-Ansteuerung auch eine Anpassung der Größe der Phasenverschiebungen zwischen den Schaltzeitpunkten der Schalterpaare S_1 und S_b , S_2 und S_a , S_3 und S_b , S_4 und S_a durchgeführt werden. Diese Anpassungen können für die nicht gemeinsamen Schalterpaare S_1 , S_2 und S_3 , S_4 der Brückenschaltungen S_1 , S_2 , S_a , S_b bzw. S_3 , S_4 , S_a , S_b unabhängig voneinander durchgeführt werden. Dadurch lassen sich die Größe und Stabilität der von dem Spannungswandler gelieferten weiteren Wechselspannungen U_{68} und U_{98} unabhängig voneinander einstellen und damit auch die Größe und Stabilität der vom Spannungswandler gelieferten Ausgangsgleichspannungen U_{o1} und U_{o2} .

[0026] Zur näheren Erläuterung der Betriebsweise der Brückenschaltungen S_1 , S_2 , S_a , S_b und S_3 , S_4 , S_a , S_b zeigen die Fig 2 und 3 beispielhafte Schaltzustands-, Spannungs- und Stromverläufe für den Halbbrücken- bzw. Vollbrückenbetrieb dieser Schaltungen. In den Figuren ist die Zeit bei allen Teildiagrammen nach rechts aufgetragen, während die Schaltzustände, Spannungs-

gen bzw. Ströme nach oben aufgetragen sind. Die Zeitachsen aller Teildiagramme verlaufen synchron. Die Teildiagramme beider Figuren zeigen von oben nach unten die folgenden Schaltzustände, Spannungen bzw. Ströme:

- die Schaltzustände der Schalter $S_1, S_2, S_3, S_4, S_a, S_b$,
- die Spannung U_{68} , die zwischen den Punkten 6 und 8 am Resonanzkonverter A3 anliegt,
- die Spannung U_{98} , die zwischen den Punkten 9 und 8 am Resonanzkonverter A4 anliegt,
- den Strom I_{68} , der vom Punkt 6 zum Punkt 8 durch die Eingangsseite des Resonanzkonverters A3 fließt,
- den Strom I_{98} , der vom Punkt 9 zum Punkt 8 durch die Eingangsseite des Resonanzkonverters A4 fließt.

[0027] Alle dargestellten Spannungen bewegen sich zwischen 0 Volt und dem positiven bzw. negativen Wert der gleichgerichteten und geglätteten Wechselspannung U_{45} , die Ströme sind in willkürlichen Einheiten angegeben. In diesem Beispiel werden die Schalter $S_1, S_2, S_3, S_4, S_a, S_b$ mit einer einheitlichen Schaltfrequenz mit der Periodendauer T betrieben. Die Tastgrade der Schalter S_1 und S_2 betragen einheitlich a_1 , d. h. die beiden Schalter sind während einer Periodendauer T für einen Zeitraum von $a_1 \cdot T$ eingeschaltet und ansonsten ausgeschaltet. Die Tastgrade der Schalter S_3 und S_4 betragen einheitlich a_2 . Die Schalter S_1 und S_3 werden gleichzeitig eingeschaltet, während die Einschaltzeitpunkte der Schalter S_2 und S_4 gegenüber denen der Schalter S_1 und S_3 um eine halbe Periodendauer $T/2$ zeitlich versetzt sind.

[0028] Im in Fig. 2 dargestellten Halbbrückenbetrieb des ersten Modus ist der Schalter S_a ständig ausgeschaltet und der Schalter S_b ständig eingeschaltet. Im in Fig. 3 dargestellten Vollbrückenbetrieb des zweiten Modus dagegen werden die Schalter S_a und S_b wechselweise mit einem Tastgrad von jeweils $1/2$ ein- und ausgeschaltet. Wenn also S_a eingeschaltet ist, ist S_b ausgeschaltet und umgekehrt. Der Einschaltzeitpunkt von S_b ist derselbe wie der von S_1 und S_3 , während der von S_a identisch ist mit dem von S_2 und S_4 .

[0029] Zum Verständnis der sich durch diese Schaltverhältnisse ergebenden Spannungs- und Stromverläufe, die in den unteren Teildiagrammen der Fig. 2 und 3 dargestellt sind, ist noch anzumerken, dass die Schalter $S_1, S_2, S_3, S_4, S_a, S_b$ hier als Feldeffekttransistoren (FETs) ausgeführt wurden, die bautechnisch bedingt eine zum eigentlichen Schalter parallel liegende Diode beinhalten. Beim Einbau der FETs ist daher ihre Richtungsabhängigkeit zu beachten. Beispielsweise leitet die Diode des Schalters S_1 von Punkt 6 zu Punkt 4.

[0030] Um eine gleichmäßige Netzbelastung des Spannungswandlers zu erreichen, wird in einer weiteren Ausführungsform der Erfindung vorgeschlagen, die

Schalter $S_1, S_2, S_3, S_4, S_a, S_b$ mit variablen Schaltfrequenzen und/oder Tastgraden zu betreiben. Durch eine geeignete Anpassung der Schaltfrequenzen und/oder Tastgrade durch die Steuerschaltung A5 lässt sich dann eine gleichmäßige Leistungsentnahme aus dem Netz erreichen. Dabei ist es besonders vorteilhaft, die Schaltfrequenzen und/oder Tastgrade der Schalter $S_1, S_2, S_3, S_4, S_a, S_b$ mit der doppelten Frequenz der am Eingang des Spannungswandlers anliegenden ersten Wechselspannung U_{in} zu modulieren, d. h. für diese Schaltfrequenzen und/oder Tastgrade einen periodischen Zeitverlauf zu wählen, dessen Frequenz gleich der doppelten Frequenz von U_{in} ist. Insbesondere können die Schalter $S_1, S_2, S_3, S_4, S_a, S_b$ auch mit einer einheitlichen konstanten oder variablen Schaltfrequenz betrieben werden.

[0031] Fig. 4 zeigt eine erfindungsgemäße Variante des Spannungswandlers mit einer als Hochsetzsteller wirkenden Anordnung A2. Diese Anordnung A2 besteht zunächst aus einer Reihenschaltung aus einer ersten Diode D_1 , einer Induktivität L_T und einer zweiten Diode D_2 . Diese Reihenschaltung ersetzt die Induktivität L_1 in der in Fig. 1 beschriebenen Ausführungsform des Spannungswandlers. D. h. die Reihenschaltung koppelt an Stelle der Induktivität L_1 mit der Diode D_1 im Punkt 10 an den Punkt 1 der ersten Gleichrichteranordnung A1 und mit der Diode D_2 im Punkt 4 an die erste Kondensatoranordnung C_1 . Weiter besteht die als Hochsetzsteller wirkende Anordnung A2 noch aus einem Koppelkondensator C_2 . Dieser koppelt auf einer Seite an einen Verbindungspunkt 3 zwischen der Induktivität L_T und der Diode D_2 und auf der anderen Seite in einem Punkt 11 an einen Punkt 7 innerhalb eines der Resonanzkonverter, hier A3. Dieser Punkt 7 innerhalb des Resonanzkonverters A3 wird durch Teilen der Primärwicklung des Transformators T1 und Herausführen des Teilungspunktes 7 realisiert. Außerdem ist die Induktivität L_T magnetisch über die Kopplung k mit der Resonanzinduktivität L_{R1} des Resonanzkonverters A3 gekoppelt.

[0032] Durch diese kapazitive und induktive Kopplung über den Koppelkondensator C_2 und die magnetische Kopplung k der Induktivität L_T wird während des Betriebs des Spannungswandlers ein mit der Arbeitsfrequenz des Resonanzkonverters A3 modulierte Potential U_{37} an den Punkt 3 innerhalb der als Hochsetzsteller wirkenden Anordnung A2 rückgekoppelt. Da die Diode D_2 den Strom nur in Richtung von Punkt 3 zu Punkt 4 leitet, bewirkt diese Rückkopplung ein Hochstellen der geglätteten, gleichgerichteten Wechselspannung U_{45} , die an der ersten Glättungskondensatoranordnung C_1 abfällt. Die Diode D_1 verhindert einen Stromrückfluss zum Eingang des Spannungswandlers.

[0033] Die hier gezeigte Ausführungsform der als Hochsetzsteller wirkenden Anordnung A2 und ihrer Kopplungen zu einem der Resonanzkonverter ist nur eine von mehreren Möglichkeiten. So können zum Beispiel die Diode D_1 und die Induktivität L_T einzeln oder gemeinsam weggelassen werden. Für weitere Erläute-

rungen und Ausgestaltungen des Wirkungsprinzips der als Hochsetzsteller wirkenden Anordnung A2 wird auf die DE 198 24 409 A1 verwiesen. Dort sind auch weitere Realisierungsmöglichkeiten des Punktes 7 dargestellt, die alle den Zweck erfüllen, ein mit der Arbeitsfrequenz des Resonanzkonverters A3 modulierte Potential U_{37} an den Punkt 3 zurückzukoppeln. Unschwer kann der Fachmann auch noch weitere Varianten angeben.

[0034] Während Fig. 4 nur eine als Hochsetzsteller wirkende Anordnung A2 zeigt, die kapazitiv und induktiv mit dem Resonanzkonverter A3 gekoppelt ist, kann dieses Prinzip auch mehrfach angewendet werden. Dazu sind die Reihenschaltungen aus z. B. einer jeweiligen ersten Diode D_1 , Induktivität L_T und zweiten Diode D_2 der als Hochsetzsteller wirkenden Anordnungen zueinander parallel zwischen die Punkte 10 und 4 zu schalten, während ihre kapazitiven und induktiven Kopplungen analog zu denen in Fig. 4 gezeigten erfolgen. D. h. ihr jeweiliger Koppelkondensator C_2 koppelt in einem jeweiligen Punkt 11 an einen jeweiligen Punkt 7 im jeweiligen Resonanzkonverter A3, A4. Entsprechend koppelt ihre jeweilige Induktivität L_T magnetisch über die jeweilige Kopplung k mit der jeweiligen Resonanzinduktivität L_{R1} , L_{R2} des jeweiligen Resonanzkonverters A3, A4.

[0035] Insbesondere ist es vorteilhaft, die Resonanzkonverter A3, A4, die einen Verbraucher mit hohem Leistungsbedarf versorgen, mit einer jeweiligen als Hochsetzsteller wirkenden Anordnung A2 zu koppeln. Denn diese Resonanzkonverter A3, A4 führen zu einer hohen Netzbelastung. Da sie i. d. R. in der Nähe ihrer jeweiligen Resonanzfrequenz betrieben werden, führt ihre Kopplung mit einer jeweiligen als Hochsetzsteller wirkenden Anordnung A2 zu einem besonders wirkungsvollen Hochstellen der geglätteten, gleichgerichteten Wechselspannung U_{45} . Dies ergibt somit eine besonders vorteilhafte Gegenmaßnahme gegen die ungleichmäßige Netzbelastung.

[0036] Fig. 5 zeigt eine erfindungsgemäße Variante eines der Resonanzkonverter, hier A3, mit einem resonanten serien-parallelen Schwingkreis. Im Unterschied zu dem bereits in Fig. 1 beschriebenen Resonanzkonverter A3 und A4 besitzt die Variante von Fig. 5 eine zusätzliche Kapazität C_p , die zur Sekundärwicklung des Transformators T1 parallel liegt. Dadurch wird der Resonanzkonverter A3 zu einem serien-parallelen Schwingkreis, wie er z. B. aus der Veröffentlichung "V. B. Beaguli, A.K.S. Bhat: Operation of the LCC-Type Parallel Resonant Converter as a Low Harmonic Rectifier. IEEE APEC, 1996, pp. 131-137" bekannt ist.

[0037] Während im Vorhergehenden die Erfindung als Spannungswandler für genau zwei unabhängige Verbraucher L1, L2 beschrieben wurde, ist es für den Fachmann offensichtlich, dass sich das erfinderische Prinzip, zwei Schaltelemente S_a , S_b gemeinsam in den Brückenschaltungen zu nutzen, auch auf mehr als zwei Verbraucher übertragen lässt. Unter Benutzung des erfinderischen Prinzips lassen sich also auch Spannungswandler für mehr als zwei Verbraucher bauen, deren

Brückenschaltungen alle oder auch nur z. T. zwei Schaltelemente S_a , S_b gemeinsam nutzen.

5 Patentansprüche

1. Spannungswandler für zwei unabhängige Verbraucher (L1, L2) mit für einen ersten (L1) und einen zweiten (L2) Verbraucher jeweils einer Brückenschaltung (S_1 , S_2 , S_a , S_b und S_3 , S_4 , S_a , S_b) zur Umsetzung einer an den Brückenschaltungen (S_1 , S_2 , S_a , S_b und S_3 , S_4 , S_a , S_b) gemeinsam anliegenden Gleichspannung (U_{45}) in eine dem jeweiligen Verbraucher (L1, L2) zugeordnete Wechselspannung (U_{68} , U_{98}), wobei
 - wobei den Brückenschaltungen (S_1 , S_2 , S_a , S_b und S_3 , S_4 , S_a , S_b) zwei Schaltelemente (S_a , S_b) gemeinsam sind.
2. Spannungswandler nach Anspruch 1, der für einen Verbraucher (L1, L2) einen Resonanzkonverter (A3, A4) mit einem resonanten serien-parallelen Schwingkreis enthält.
3. Spannungswandler nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Spannungswandler eine Steuerschaltung (A5) zur Steuerung der Schaltelemente (S_1 , S_2 , S_a , S_b , S_3 , S_4) der Brückenschaltungen (S_1 , S_2 , S_a , S_b und S_3 , S_4 , S_a , S_b) enthält, wobei ein erster Modus vorgesehen ist, in dem die Brückenschaltungen durch Veränderung der Schaltzustände der jeweiligen nicht gemeinsamen ersten und zweiten Schaltelemente (S_1 , S_2 und S_3 , S_4) als Halbbrückenschaltungen betrieben werden und die Schaltzustände der gemeinsamen dritten und vierten Schaltelemente (S_a , S_b) nicht verändert werden, und wobei ein zweiter Modus vorgesehen ist, in dem die Brückenschaltungen durch Veränderung der Schaltzustände aller jeweiligen vier Schaltelemente (S_1 , S_2 , S_a , S_b und S_3 , S_4 , S_a , S_b) als Vollbrückenschaltungen betrieben werden.
4. Spannungswandler nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Spannungswandler dazu vorgesehen ist, dass an seinem Eingang wahlweise zwei unterschiedlich hohe Spannungen (U_{in}) anliegen können, und dass die Steuerschaltung (A5) eine automatische Umschaltung zwischen den beiden Modi der Brückenschaltungen (S_1 , S_2 , S_a , S_b und S_3 , S_4 , S_a , S_b) in Abhängigkeit von der anliegenden Eingangsspannung (U_{in}) derart vorsieht, dass bei niedriger Eingangsspannung (U_{in}) die Brückenschaltungen (S_1 , S_2 , S_a , S_b und S_3 , S_4 , S_a , S_b) im zweiten Modus als Vollbrückenschaltungen betrieben werden,

während sie bei hoher Eingangsspannung (U_{in}) im ersten Modus als Halbbrückenschaltungen betrieben werden.

5. Spannungswandler nach Anspruch 3,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Steuerschaltung (A5) für eine Anpassung der Schaltfrequenzen und/oder der Tastgrade der Schaltelemente ($S_1, S_2, S_3, S_4, S_a, S_b$) der Brückenschaltungen (S_1, S_2, S_a, S_b und S_3, S_4, S_a, S_b) vorgesehen ist. 5 10

6. Spannungswandler nach Anspruch 3,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Steuerschaltung (A5) dazu vorgesehen ist, die Schaltelemente ($S_1, S_2, S_3, S_4, S_a, S_b$) der Brückenschaltungen (S_1, S_2, S_a, S_b und S_3, S_4, S_a, S_b) mit einer identischen Schaltfrequenz zu betreiben. 15 20

7. Spannungswandler nach Anspruch 3,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Steuerschaltung (A5) dazu vorgesehen ist, die Schaltfrequenzen und/oder Tastgrade der Schaltelemente ($S_1, S_2, S_3, S_4, S_a, S_b$) der Brückenschaltungen (S_1, S_2, S_a, S_b und S_3, S_4, S_a, S_b) mit der doppelten Frequenz einer am Eingang des Spannungswandlers anliegenden ersten Wechselspannung (U_{in}) zu modulieren. 25 30

8. Integrierter Schaltkreis mit mindestens einer Steuerschaltung (A5) für die Schaltelemente ($S_1, S_2, S_3, S_4, S_a, S_b$) eines in Anspruch 1 angeführten Spannungswandlers. 35

9. Monitor mit einem Spannungswandler gemäß Anspruch 1. 40

10. Fernsehgerät, z. B. mit Flachbildschirm, mit einem Spannungswandler gemäß Anspruch 1.1. 45 50 55

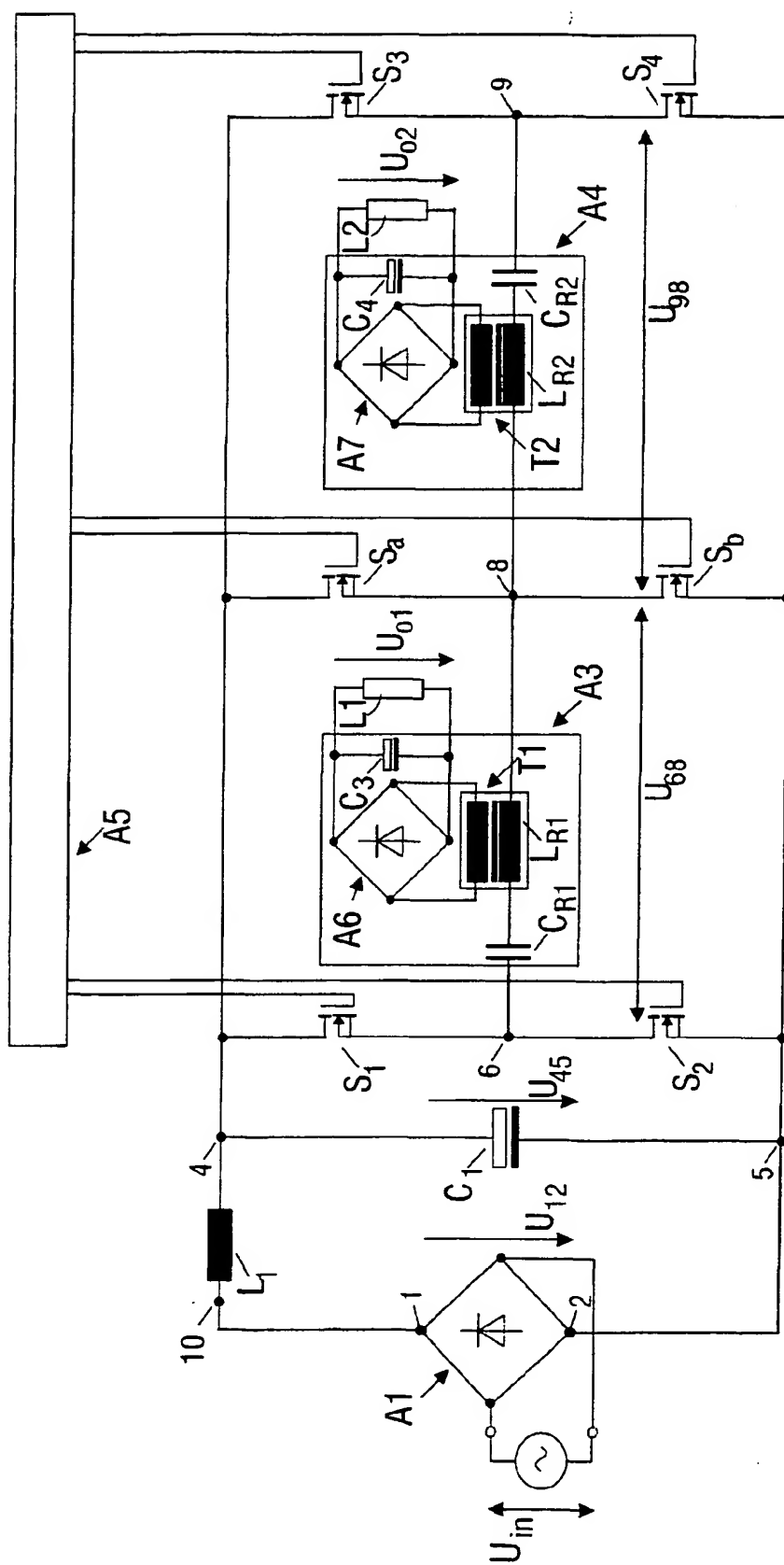


Fig. 1

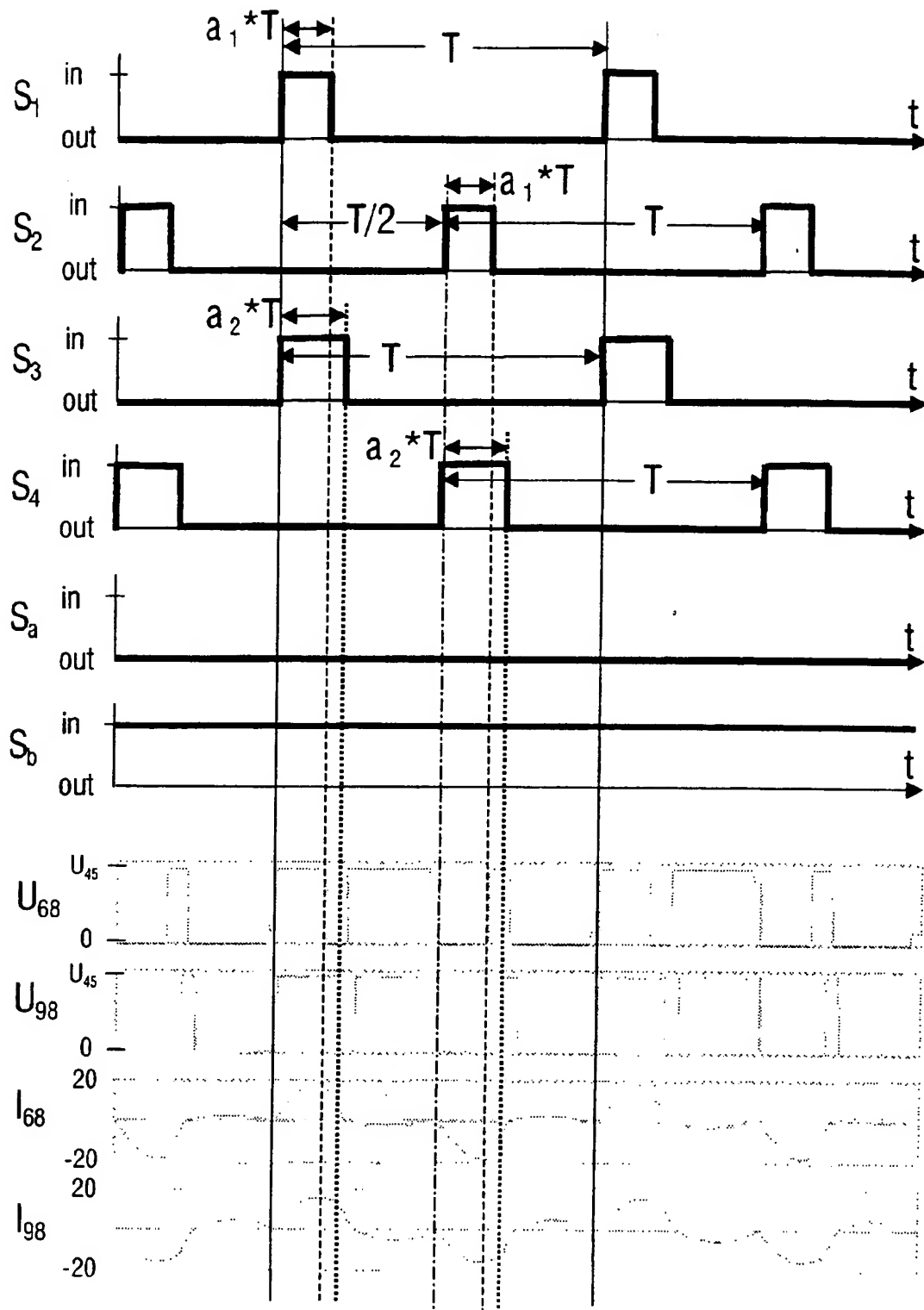


Fig. 2

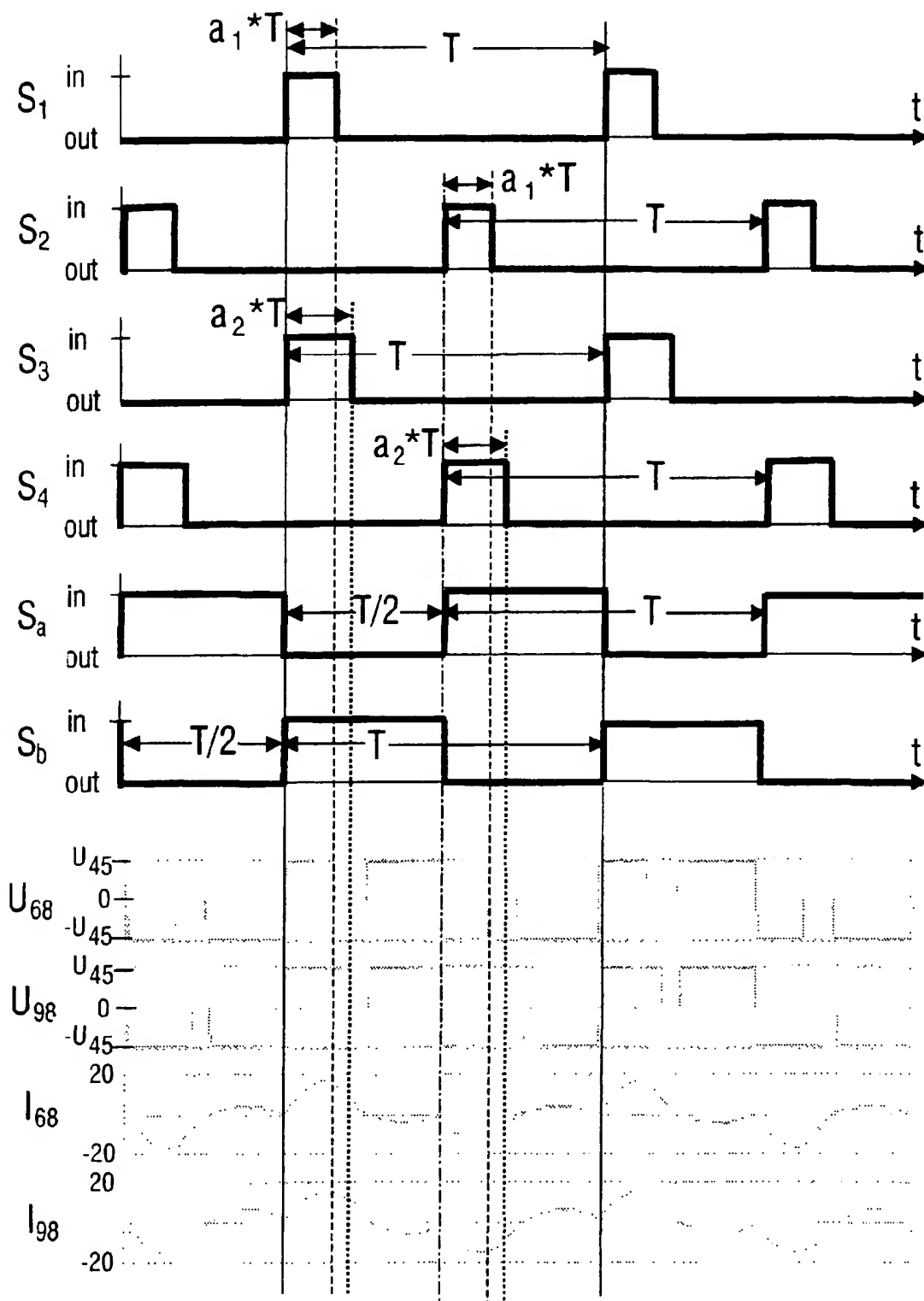


Fig. 3

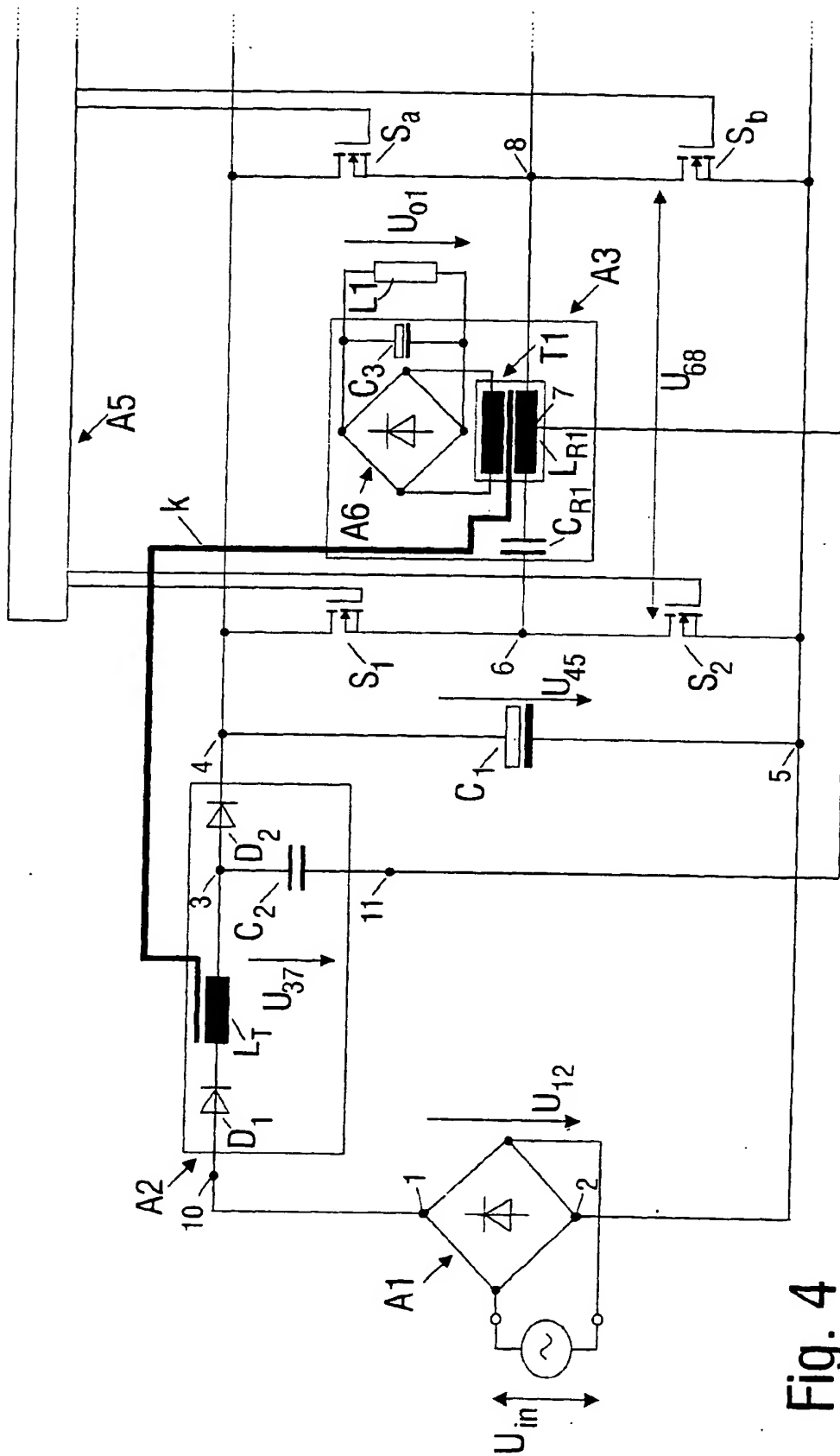


Fig. 4

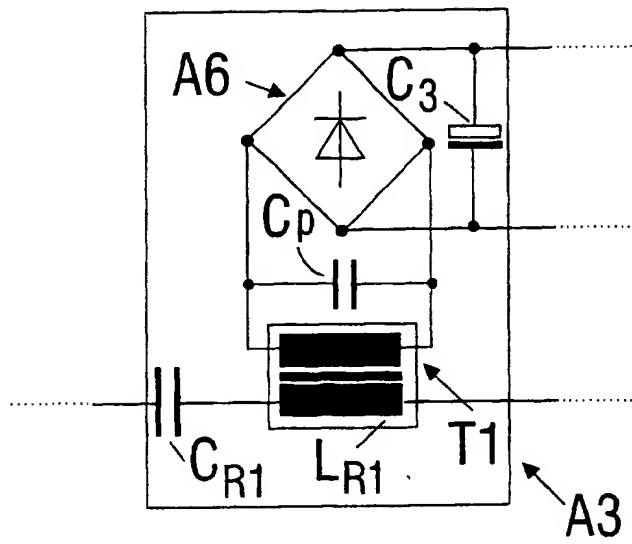
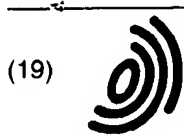


Fig. 5



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 1 213 820 A3**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(88) Veröffentlichungstag A3:
14.01.2004 Patentblatt 2004/03

(51) Int Cl.7: **H02M 1/10, H02M 1/12,
H02M 3/337**

(43) Veröffentlichungstag A2:
12.06.2002 Patentblatt 2002/24

(21) Anmeldenummer: 01000710.2

(22) Anmeldetag: 05.12.2001

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

• **Koninklijke Philips Electronics N.V.**
5621 BA Eindhoven (NL)

(72) Erfinder: **Loef, Christoph**
c/o Philips Corp. Intel. Pro. GmbH
52066, Aachen (DE)

(30) Priorität: 09.12.2000 DE 10061385

(71) Anmelder:
• **Philips Intellectual Property & Standards GmbH**
20099 Hamburg (DE)

(74) Vertreter: **Volmer, Georg, Dipl.-Ing. et al**
Philips Intellectual Property & Standards GmbH,
Postfach 50 04 42
52088 Aachen (DE)

(54) **Spannungswandler für mehrere unabhängige Verbraucher**

(57) Die Erfindung bezieht sich auf einen Spannungswandler für zwei unabhängige Verbraucher (L1, L2) mit für einen ersten (L1) und einen zweiten (L2) Verbraucher jeweils einer Brückenschaltung (S₁, S₂, S_a, S_b und S₃, S₄, S_a, S_b) zur Umsetzung einer an den Brückenschaltungen (S₁, S₂, S_a, S_b und S₃, S₄, S_a, S_b) gemeinsam anliegenden Gleichspannung (U₄₅) in eine

dem jeweiligen Verbraucher (L1, L2) zugeordnete Wechselspannung (U₆₈, U₉₈).

- wobei den Brückenschaltungen (S₁, S₂, S_a, S_b und S₃, S₄, S_a, S_b) zwei Schaltelemente (S_a, S_b) gemeinsam sind.

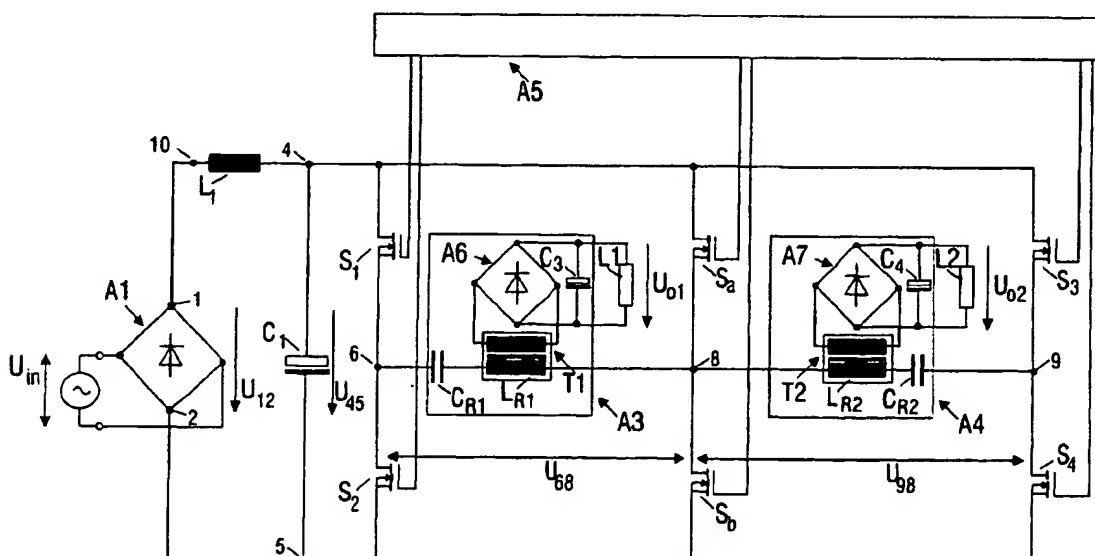


Fig. 1



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 01 00 0710

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
X	US 5 862 042 A (JIANG YIMIN) 19. Januar 1999 (1999-01-19)	1	H02M1/10H02M1/12 H
Y	* das ganze Dokument *	2-6	H02M1/10 H02M3/28 H02M3/337
Y	EP 0 838 893 A (SONY CORP) 29. April 1998 (1998-04-29) * das ganze Dokument *	2-6	
X	US 4 533 836 A (CARPENTER RALPH F ET AL) 6. August 1985 (1985-08-06)	1	
A	* das ganze Dokument *	2,5-10	
X	US 3 942 093 A (LOWTHER FRANK EUGENE) 2. März 1976 (1976-03-02)	1	
A	* das ganze Dokument *	2,5-10	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7)
			H02M
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Forscherin:		Abschlußdatum der Recherche	
DEN HAAG		19. November 2003	
		Prüfer	
		Thisse, S	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE			
<p>X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet</p> <p>Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie</p> <p>A : technologischer Hintergrund</p> <p>O : mündliche Offenbarung</p> <p>P : Zwischenliteratur</p> <p>T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze</p> <p>E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist</p> <p>D : in der Anmeldung angeführtes Dokument</p> <p>L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument</p> <p>& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument</p>			

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 01 00 0710

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

19-11-2003

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 5862042 A	19-01-1999	EP 0907237 A2	07-04-1999
EP 0338393 A	29-04-1998	JP 10136653 A	22-05-1998
		CN 1187062 A ,B	08-07-1998
		EP 0838893 A2	29-04-1998
		SG 54588 A1	16-11-1998
		US 5959857 A	28-09-1999
US 4501930 A	06-08-1985	CA 1202075 A1	18-03-1986
US 3741000 A	02-03-1976	AU 7964675 A	30-09-1976
		CA 1050099 A1	06-03-1979
		DE 2513026 A1	02-10-1975
		FI 750954 A ,B,	30-09-1975
		FR 2266360 A1	24-10-1975
		GB 1500773 A	08-02-1978
		IT 1034658 B	10-10-1979
		JP 50133426 A	22-10-1975
		NO 751082 A	30-09-1975
		SE 404472 B	02-10-1978
		SE 7503623 A	30-09-1975
		US 4002921 A	11-01-1977
		US 4027169 A	31-05-1977

EPJ FORM 1/14/01

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.